

# TIME

## - en gemensam informationsutbytesplattform för järnvägstransportbranschen

Jan Ekman<sup>1</sup>, Anders Holst<sup>1</sup>, Martin Aronsson<sup>1</sup>,  
Markus Bohlin<sup>1</sup>, Malin Forsgren<sup>1</sup> och Stefan Larsen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>SICS

<sup>2</sup>Bombardier Transportation AB

### Sammanfattning

TIME står för Train Information Management Environment. TIME är ett tänkt övergripande informationssystem för Järnväg. Viktiga aspekter hos TIME är utformningen av en plattform för kommunikation mellan aktörerna i järnvägstransportbranschen och information mellan fordon och system med en fast plats. TIME gäller alla delar i ett informationssystem, hur data produceras och processas, infrastruktur för information och principer för datalagring och informationsutbyte samt funktioner och tjänster baserade på denna information. TIME avser t.ex. att medverka till att samverkan mellan järnvägstransportbranschens aktörer fungerar bra, dessa aktörers egen verksamhet blir effektiv och att kunder till järnvägen och andra som beror av järnvägen erhåller rätt information.

# Innehåll

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>4</b>
<b>I</b>	<b>Beskrivning av TIME</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Bakgrund</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Motiv till TIME</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Vad är TIME?</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>Bearbetning av data</b>	<b>9</b>
<b>II</b>	<b>Tillämpningar i TIME</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>Upplevelse av resa med tåg i Sverige år 2005</b>	<b>11</b>
6.1	En resa med en övergående ovisshet i Uppsala . . . . .	11
6.2	Information om förväntad ankomsttid . . . . .	12
6.3	Alternativa resvägar . . . . .	12
<b>7</b>	<b>Underhåll</b>	<b>13</b>
7.1	Underhåll av fordon . . . . .	13
7.2	Underhåll av infrastruktur . . . . .	13
7.3	Livslängdsanalys och återkoppling till design . . . . .	14
<b>8</b>	<b>Trafikstyrning</b>	<b>14</b>
8.1	Information om position och hastighet . . . . .	14
8.2	Tågtrafikledningens styrning . . . . .	15
8.3	Stöd till lokförare . . . . .	16
8.4	Operatörernas planering och operativa drift av fordon . . . . .	16
<b>9</b>	<b>Informationstjänster</b>	<b>16</b>
9.1	Information till transportkunder . . . . .	16
9.2	Trafikantföljning . . . . .	17
9.3	Information till lokförare . . . . .	17
9.4	Statistik . . . . .	17

<b>10 Andra tillämpningar</b>	<b>17</b>
10.1 Tågplanearbetet . . . . .	18
10.2 Övrig planering och schemaläggning . . . . .	18
10.3 Kapacitet . . . . .	18
 <b>III Vägen till TIME</b>	 <b>19</b>
<b>11 Inledning</b>	<b>19</b>
11.1 Motiv . . . . .	19
11.2 Ett överblickbart TIME . . . . .	19
 <b>12 Fyra centrala delmål i vägen till TIME</b>	 <b>21</b>
12.1 Inledning . . . . .	21
12.2 Rangordning av information . . . . .	22
12.3 Incitament . . . . .	23
12.4 Samverkan . . . . .	23
12.5 Genomförande . . . . .	25
12.6 Opera i telefonen . . . . .	25
 <b>13 Fyra exempel på central information</b>	 <b>25</b>
 <b>14 Förväntad återstående drifttid innan service</b>	 <b>26</b>
 <b>15 Position och hastighet hos fordon</b>	 <b>27</b>
 <b>16 Tid för genomförande av en rörelseföljd</b>	 <b>29</b>
 <b>17 Förväntad ankomsttid hos tåg</b>	 <b>30</b>
 <b>18 Befintliga System och andra förutsättningar</b>	 <b>30</b>
18.1 Banverkets Informationsplattformar . . . . .	30
18.2 Informationssystem på fordon från Bombardier Transportation . .	31
 <b>19 Vägen till tillståndsbaserat underhåll</b>	 <b>31</b>
 <b>20 Slutsats</b>	 <b>34</b>

# 1 Inledning

TIME står för Train Information Management Environment. TIME är ett tänkt övergripande informationssystem för Järnväg. Viktiga aspekter hos TIME är utformningen av en plattform för kommunikation mellan aktörerna i järnvägs-transportbranschen och information till och från fordon. Avsikten med TIME är att vara ett system där tillgänglig information utbyts och används så att hög produktions- och kostnadseffektiviteten erhålles i Järnvägstransportbranschen. Ett exempel på hur detta kan åstadkommas är genom att tillhandahålla information som ger aktörer en gemensam bild av möjligheter och problem, vilket underlättar överenskommelser. Ett annat exempel är att tillhandahållande av precis och korrekt information om något kan förbättra produktionen hos en enskild aktör.

Denna rapport avser att beskriva: vad TIME är, vilka informationssystem som finns idag, hur man kan bygga vidare på dessa, i vilken ordning förändringar kan ske åstad komma nytta på både kortare och längre sikt, olika tillämpningar, funktioner och tjänster i TIME och vilka krav TIME ställer.

## Del I

# Beskrivning av TIME

## 2 Bakgrund

I järnvägstransportbranschen finns ett stort antal aktörer som behöver samverka med varandra för sin verksamhet, och därför kontinuerligt behöver stå i kontakt med varandra. Idag sker många av dessa kontakter parvis mellan aktörerna, ofta via telefon.

En annan karakteristisk egenskap i denna bransch är att verksamheten (i det operativa skedet) är hårt tidtabellstyrd, varför en liten störning hos en aktör snabbt kan få stora konsekvenser för de övriga. Att verksamheten är utspridd geografiskt underlättar inte situationen.

Inom alla industrigrenar används en ökande mängd sensorer för att styra och reglera produktionen, så också i järnvägstransportbranschen. Insamlade data kan bland annat användas till att diagnostisera tillståndet i produktionen, exempelvis förutsäga förslitning och nivåer på förbrukningsmaterial. För att fullt ut kunna tillgodogöra sig vinsterna med detta behöver diagnosen kopplas till operativ hantering och planering. Eftersom olika aktörer ansvarar för olika delar av driften, är det återigen flera som är intresserade av denna tillståndsinformation, och inte bara den som äger sensorerna.

I ljuset av ovanstående egenskaper är en intressant ansats att betrakta järnvägsverksamheten som en process. I en typisk processindustriärläggning finns en processledningscentral som övervakar och styr hela processen. Det är en naturlig lösning om det finns en aktör som ansvarar för och bestämmer över hela verksamheten. När verksamheten är distribuerad över ett stort antal aktörer med delvis olika mål och ansvarsområden, så är det varken önskvärt eller möjligt att koncentrera all styrning och kontroll till ett enda ställe. Däremot behöver varje enskild aktör:

- ha en överblick över (de relevanta aspekterna av) den aktuella situationen i järnvägsnätet,
- tidigt upptäcka avvikelser från normalsituationen,
- kunna förutsäga hur situationen förväntas utveckla sig, och vad detta har för förväntade konsekvenser på den egna delen av verksamheten,
- kunna planera om sin verksamhet dynamiskt som respons på uppkomna situationer,
- samt kunna synkronisera sina planer med de andra aktörerna, så att man inte förstör för varandra.

Tillsammans leder detta till iden med TIME, Train Information Management Environment: En gemensam informationsplattform för aktörerna i järnvägs-transportbranschen, genom vilken de dels kan utbyta information med varandra på ett enhetligt sätt, dels få kontinuerlig information om tillståndet hos fordon och infrastruktur. Tanken är alltså både att underlätta kontakter och samverkan mellan aktörer, och att ge alla tillgång till en överblick över den aktuella situationen. Samtidigt möjliggör TIME en slags dynamisk virtuell processledningscentral, där varje aktör bidrar med sin del av informationen, och i gengäld får helhetsöverblicken och bättre möjlighet att styra sin del av verksamheten.

### 3 Motiv till TIME

Huvudmotivet till TIME är att järnvägstransportbranschen kan bli avsevärt mycket produktions- och kostnadseffektivare genom en ökad tillgänglighet till information. Information är kritisk i transportsektorn och förutsättningarna finns att göra stor nytta både med små och stora insatser för att öka tillgänglighet till information av hög kvalitet.

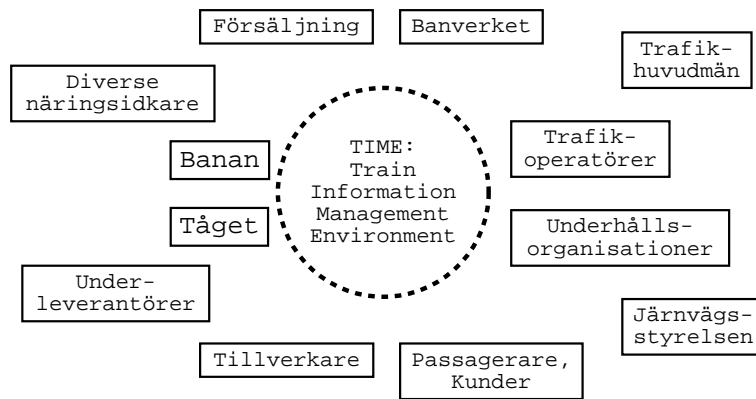
Det sker mycket informationsutbyte vid produktion av transporter och det är många som utbyter mycket information med varandra. Förbättrat informationsutbyte och förbättrad kvalitet på använd information har därför stor effekt för många och kan möjliggöra bättre beslut och planering, och därmed bättre transportkvalitet och ökad konkurrenskraft. Man kan också vinna mycket på att förenkla och automatisera sätten att utbyta information. Idag används till exempel telefon i stor utsträckning för information som på ett mycket effektivare sätt skulle kunna förmedlas genom datakommunikation.

Ett gott samarbete mellan olika aktörer har också stor effekt på transportkvaliteten. En förutsättning för en effektiv gemensam problemlösning, som samarbetet i järnvägstransportbranschen ofta handlar om, är en gemensam bild av problem och konsekvenser av olika lösningar. Det är därför viktigt med information som ger bra helhetsbilder (t.ex rådande trafiksituation, underhållsbehov, kundbehov).

Idag finns det utbyggda system med hög prestanda för informationsutbyte och utbyggnad sker. Samtidigt finns eller är det ganska lätt att producera information som är användbar i många sammanhang. Det finns därför goda förutsättningar att göra stor nytta med små insatser.

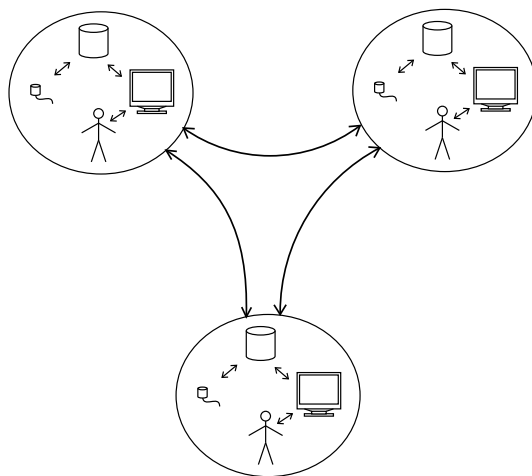
### 4 Vad är TIME?

TIME står för Train Information Management Environment, och är en tänkt plattform som ska ge aktörerna i tågtransportbranschen möjlighet att bearbeta och utbyta information med varandra på ett enhetligt och effektivt sätt. Vad detta innebär konkret är en öppen fråga, men några huvuddrag är:



Figur 1: Exempel på några aktörer som samverkar via TIME

- TIME bygger på en överenskommelse mellan aktörerna om att bidra med information och i gengäld få stöd till sin verksamhet samt en gemensam helhetsbild.
- I sin enklaste instans är TIME endast ett protokoll för var man ska leverera sina delar av relevant information, och vart man kan vända sig för att få tillgång till de andras bitar.
- Förhoppningsvis ska TIME också erbjuda tillgång till stödverktyg för avancerad funktionalitet, såsom lägesövervakning, avvikelседetektion, prognos, dynamisk planering, och samplanering mellan aktörer.
- TIME behöver inte vara associerat med någon specifik hård- eller mjukvara, utan realiserar snarare av sammankopplingen av flera olika existerande eller nya programvaror, som använder företrädesvis redan existerande informationsinfrastruktur.
- TIME behöver inte vara associerat med en enda central aktör som samordnar alla aktiviteter, men däremot kan olika aktörer ansvara för sammanställning av olika bitar av informationen, och tillhandahålla funktionalitet (till sig själva och andra) kring denna.
- I vid bemärkelse är TIME sammankopplingen av ett stort antal olika delar och system till en enhetlig plattform, inkluderande bland annat sensorer, databaser, informationsinfrastruktur, statistik, dataanalysmetoder, diagnosmetoder, prognosmetoder, planeringsmetoder, visualiseringsmetoder, användargränssnitt, beslutstöd, samarbetsprinciper, överenskommelser, bestämmelser, organisation, styrning, incitament, värderingar, protokoll och maktstrukturer.



Figur 2: Istället för en centraliserad struktur är TIME distribuerad över flera aktörer. En viss typ av information kan samlas in hos en aktör, lagras hos en annan, bearbetas av en tredje, och användas av en fjärde. Allt detta sköts transparent, så att varje aktör upplever direkt tillgång till den för sig själv relevanta informationen i systemet utan att behöva tänka på var den kommer ifrån.

Naturligtvis är det inte så enkelt som att bara man kommer överens om att dela med sig av informationen så har man realiserat TIME. Det finns ett stort antal frågeställningar som måste hanteras först, av vilka endast några har berörts djupare i detta projekt:

**Format hos information** Vilka standarder och protokoll ska användas för att föra över information mellan varandra? Formaten måste vara tillräckligt preciserade för att kunna hanteras automatiskt, men ändå tillräckligt flexibla för att kunna passa alla typer och aspekter av information som behöver överföras, och måste kunna utvidgas allteftersom ny teknik och information tas i bruk.

**Känslig information** Hur ska man hantera information som är uppenbart nyttig för alla men för en aktör kan vara känslig att lämna ut av konkurrens- eller affärsskäl? Det måste finnas sätt att garantera att viss information bara når de mottagare som har rätt att få del av den, eller att förädla informationen till en sådan form att den fortfarande kan vara nyttig för de andra men inte längre känslig för en enskild aktör.

**Sekretess** kontra öppenhet. Ovanstående punkt hänger ihop att man inte vill att obehöriga ska få del av all information i systemet. Det behövs alltså någon typ av identitetskontroll. Samtidigt måste systemet vara smidigt,



enkelt och åtkomligt överallt ifrån för att vara användbart. Till exempel kanske tågpersonal skulle vilja kontinuerligt kunna nå eller mata in information via sina mobiltelefoner.

**Incitament** Man måste kunna påvisa att varje aktörer får mer tillbaka på att delta än vad det kostar att preparera och lämna ifrån sig sin egen information.

**Tillförlitlighet** Hur kan man garantera att informationen i systemet är korrekt? Data kommer att kunna passera flera aktörer innan det når en slutanvändare. Hur vet man att den inte har modifierats på vägen (oavsiktligt eller avsiktligt)? Vem ansvarar i ett distribuerat system för att informationen är korrekt? Kan det finnas situationer där en aktör själv kan tjäna på att utelämna eller modifiera viss information unna den går vidare, och hur hindrar man i så fall det?

**Stabilitet** Systemet ska kunna användas för dynamisk operativ planering, det vill säga att aktörerna snabbare ska kunna reagera på information och ändra sin planering enligt denna. Men hur garanterar man att en aktörs beslut inte förstör för en annan aktör, vars kompensation i sin tur förstör ännu mer för den första aktören eller de andra?

**Rättvisa** För att garantera stabiliteten krävs överenskommelser om samplanering vid kritiska situationer. Det innebär att en aktör kan behöva avstå från en optimal lösning till förmån för de andra. Hur ska den aktören kompenseras i sådana fall? Här kan man tänka sig marknadsekonomiska modeller, eller olika typer av auktioner. En extra komplikation utgörs av att olika aktörer (till exempel olika operatörer) är väldigt olika stora, och därför har väldigt olika affärsvillkor och ekonomiska marginaler, och därmed olika rörelsefrihet.

## 5 Bearbetning av data

TIME handlar inte enbart om att förmedla information och data, utan lika viktigt är att förädla data till en för mottagaren användbar form. Det finns olika möjligheter för var och av vem denna bearbetning sker. Den kan göras såväl hos mottagaren som hos ursprungsaktören, eller någon tredje aktör. Här finns alltså utrymme för helt nya aktörer, som utgående från informationen i TIME kan erbjuda olika informationstjänster till användarna av TIME.

Exakt vilken bearbetning av data som behöver göras beror naturligtvis på de specifika tillämpningarna. Det finns dock ett antal generella typer av bearbetning som är användbar i flera olika tillämpningar och av de flesta aktörerna, och som möjliggörs genom att koppla ihop såväl information som aktörer på det sätt som sker i TIME. Därför faller det sig naturligt att ha tillgång till dessa i ett system såsom i TIME. De är:

**Lägesbild.** En av huvudmotiven till TIME är möjligheten att få en överblick över den aktuella situationen, baserat på relevant information från alla aktörer. Vilka aspekter av situationen som är relevanta skiljer sig naturligtvis från aktör till aktör. Via TIME måste man kunna få stöd för att sammanställa valda delar av all tillgänglig information till en överskådlig bild av den aspekt man är intresserad av. Ett exempel på detta är den bild över trafiksituationen man redan i dag kan få via Banverkets system Opera.

**Avvikelsesdetektion.** Denna funktion är relaterad till lägesbilden. Man kan vilja göra en statistisk analys över normaltillstånd, och signalera när det aktuella tillståndet, i hela bilden eller hos någon enstaka komponent, skiljer sig avsevärt från normaltillståndet. Man kan också utgå från befintliga planer, och markera i lägesbilden när utvecklingen av situationen börjar skilja sig från den aktuella planen. Ett exempel på det senare är den färgning av fordonen i Opera som beror av hur sena fordonen är. Ett exempel på det förra skulle kunna vara att istället färga hela banpartier, veckodagar och timmar, eller enstaka fordon som oftare än andra råkar ut för stora förseningar.

**Prognos.** Ännu intressantare än det aktuella läget är ofta att veta hur läget förväntas utveckla sig. En variant av detta är att kunna prova olika scenarion för planeringen för att se vad de leder till. Idag finns vad vi har förstått mycket begränsad funktionalitet för att göra prognoser, eller simulera framåt hur till exempel hur en försening kommer att utveckla sig och vilka följdstörningar man kan vänta sig.

**Dynamisk omplanering.** Som svar på oväntade händelser behöver man anpassa den operativa driften. Det innebär att man snabbt behöver hitta alternativa planer som uppfyller både gamla och nytillkomna villkor. Här kan stödverktyg både för att hitta sådana alternativa planer och för att utvärdera olika handlingsmöjligheter vara till mycket stor nytta.

**Samplanering.** Eftersom olika aktörers verksamhet är kraftigt beroende av de andras krävs också metoder att synkronisera de olika aktörernas dynamiska planer, så att inte en aktörs förändring förstör för de andra. Detta kan innebära allt ifrån att man försöker se till att endast ändra sin egen verksamhet inom ramar som gör förändringen värdeneutral för de övriga, till rena handelsscenarion där man köpslår med varandra om vilka ändringar som får göras.

## Del II

# Tillämpningar i TIME

Hur mycket nytta man får av TIME beror naturligtvis på vad man använder det till. Nedan går vi igenom ett antal möjliga tillämpningsområden som var och en kan ge stora effektivitets- och kvalitetsvinster. Vi börjar dock med ett verkligt exempel som berör flera av dessa tillämpningsområden.

## 6 Upplevelse av resa med tåg i Sverige år 2005

Detta avsnitt beskriver upplevelser gjorda av två av författarna till detta dokument under en resa med tåg i Sverige år 2005. Från passagerarplats får vi här en bild av underhåll, trafikstyrning och information till lokförare och resenärer i det svenska järnvägstransportsystemet.

### 6.1 En resa med en övergående ovisshet i Uppsala

Morgonen den 7 april 2005 klockan 6:55 avgår ett tåg från Stockholms Centralstation mot Falun enligt tidtabell. Vi befinner oss på detta tåg på väg till ett möte på Banverket i Borlänge. Tåget kommer att bli kraftigt försenat, men ingenting oväntat har ännu hänt och kommer att ske förrän c:a klockan 7:40 då tåget står inne på Uppsala station.

När tåget anlänt till Uppsala får vi veta att ett tåg är trasigt och fått stopp mellan Uppsala och Sala. Det trasiga tåget måste bort innan vi kan fortsätta. Vi får ingen upplysning om hur lång tid det kan ta. En annan passagerare frågar tågmästaren om hon borde ta bil till Sala istället, men får inte något svar på denna fråga. När tåget stått stilla i Uppsala en halvtimme och ingen ytterligare information lämnats lämnar passageraren tåget. Några minuter senare får vi veta att det trasiga tåget befinner sig nära Uppsala och strax kommer att transporteras in till Uppsala. Vi har fortfarande inte fått veta något om när vi kan tänkas komma iväg från Uppsala eller komma fram till vår destination. Vi får veta att resenärerna på det trasiga tåget kommer att byta tåg till vårt. Enligt högtalarrösten, som verkar tillhöra lokföraren, kommer vi att lämna Uppsala så fort detta skett.

Skyltsystemet visar att tåget vi sitter på skall gå till Stockholm. Därför stiger resenärer på väg mot Stockholm på tåget. Tågmästarna har upptäckt detta och ropar upprepade gånger ut tågets destination i högtalarna.

Nu har femtio minuter efter att vi ankommit till Uppsala och vi ser det trasiga tåget puttas in på stationen av ett annat tåg. Passagerarna på det trasiga tåget byter snabbt tåg. Tåget borde gå nu. Genom rösten i högtalarna får vi dock

strax veta att det uppstått en tåγκö bakom det trasiga tåget. Tågen i denna kö måste in till Uppsala innan vårt tåg kan fortsätta. Cirka tio minuter senare, drygt en timme försenat, lämnar tåget Uppsala. Klockan är c:a 8:50. Tåget beräknas ankomma till Borlänge klockan 10:30 om inte tåget försenas ytterligare av tågmöten.

Trots ett par stopp för mötande tåg ankommer tåget till Borlänge strax före 10:30. Tågets slutdestination har ändrats från Falun till Borlänge och passagerare som skall vidare till Falun och andra ställen har under resan fått instruktioner om hur de skall göra. När tåget anländer till Borlänge ger den förvånade rösten i högtalarna helt ny information till resenärerna om att det finns ett anslutande tåg på spåret på andra sidan plattformen som man kan fortsätta med.

## 6.2 Information om förväntad ankomsttid

Att döma av den bevittnade tågresan finns en del att önska när det gäller information till resenärerna och lokförare. Viktig informationen till passagerarna är den förväntade ankomsttiden, med den vanligt använd förkortningen ETA (Expected TIME of Arrival).

Resenärerna på det stillastående tåget på Uppsala station befann sig under lång tid i total oviss het om ETA:n för sin egen resa. Många reser på väg till något möte och behöver komma överens med andra om hur de skall göra: ställa in mötet, skjuta upp mötet eller komma senare till mötet. Resenärerna på tåget hamnade också i valet och kvalet mellan olika sätt att ta sig till sin destination. Det är förståeligt att tågpersonalen inte vill lova någonting de inte kan hålla, men för många resande är det svårt att översätta informationen att ett tåg har fått stopp och står ivägen till vad detta betyder för ankomsttid till destinationen för deras egen del.

Finns det då information som kan användas för att uppskatta ETA? Detta beror på hur tågtrafikledningen arbetar i varje enskilt fall. Om tågtrafikledningens åtgärder resulterar i en plan för trafiken som sträcker sig en eller två timmar framåt i tiden räcker detta till en ungefärlig uppskattning av ETA och denna information skulle vara till gagn för många av resenärerna. Information som berör ETA bör förmedlas av tågtrafikledningen tågpersonal eller direkt till resenärer. Tågpersonalen med sina kunskaper och erfarenhet bör försöka tolka information till sannolik ETA för resenärer.

## 6.3 Alternativa resvägar

Det finns ofta fler än ett sätt att ta sig till sin destination, till exempel med en kombination av tåg, buss och taxi. Om någon på det stillastående tåget i Uppsala var på väg till Falun kanske de kunde tagit tåget till Gävle, buss till Hofors och taxi därifrån. Med tillgång till internet kan man idag ganska snabbt ta reda på när man planeras vara framme vid en viss destination för olika sätt

att ta sig dit med buss och tåg. Finns det möjligheter för tågtrafikledningen eller tågoperatörer att förmedla denna information till resenärer på tåget?

## 7 Underhåll

Ett stort område där TIME direkt kan göra nytta är all verksamhet relaterad till underhåll, av såväl fordon som infrastruktur. Det handlar om att få in information om att underhåll behöver utföras, att planera in när det ska utföras, och att planera om övrig verksamhet för att ersätta den resurs som behöver underhållas.

### 7.1 Underhåll av fordon

Speciellt intressant blir TIME i samband med olika former av tillståndsbaserat underhåll. Det första steget är då att kontinuerligt övervaka fordonens tillstånd för att sluta sig till olika komponenters underhållsbehov. Fördelen med detta är att underhåll på de övervakade komponenterna kan utföras precis när det behövs, och man därigenom undviker både kostsamma haverier och att delar byts ut i onödan. För att kunna utnyttja den fulla potentialen i tillståndsbaserat underhåll måste man dock kunna ta hand om mer oregelbundna underhållsbehov än om man hade använt fixa periodintervall för underhållet. Därför måste informationen om underhållsbehov kopplas till planeringen av såväl verksamheten i verkstaden som fordonens turtilldelning.

Även utan tillståndsbaserat underhåll har man en liknande situation, eftersom oplanerade servicebehov kan uppstå närsomhelst under fordonens gång. Då gäller det också, beroende på problemens allvarlighetsgrad, att så snabbt som möjligt planera om för att undvika trafikstörningar.

### 7.2 Underhåll av infrastruktur

Även bana och tillhörande infrastruktur behöver naturligtvis underhållas. Även om villkoren för detta skiljer sig en del från underhåll av fordon, så är grundkomponenterna desamma: man behöver så tidigt som möjligt få indikationer på servicebehov, och man måste planera servicen så att trafiken störs så lite som möjligt.

En intressant möjlighet här är att använda fordonen som sensorer för banan, dvs man låter tågen rapportera in potentiella problem med banan som de detekterar. Exempel där detta skulle vara möjligt är för problem med baliser eller ledningar.

### 7.3 Livslängdsanalys och återkoppling till design

Ytterligare en möjlig tillämpning i detta sammanhang är att använda underhållsstatistik för att göra statistiska livslängdsanalyser. Dessa kan dels användas för att hitta lämpligare underhållsintervall, dels för att långsiktigt bedöma behovet av nyinvestering.

Samma statistik kan också användas för att upptäcka vanliga tekniska problem, och underhållskrävande komponenter, vilket kan ge viktig återkoppling till design och konstruktion av kommande fordon och infrastruktur. Denna typ av återkoppling saknas idag tyvärr alltför ofta på grund av täta skott mellan konstruktions- och underhållsavdelningarna. Även här kan alltså TIME spela en viktig roll, genom att göra denna typ av information mer direkt tillgänglig.

## 8 Trafikstyrning

Den operativa driften är ett annat viktigt område där TIME kan göra nytta. Det handlar om att förse såväl tågtrafikledning, som operatörer, och lokförare med information och beslutstöd för att undvika onödiga stopp, konflikter och förseningar.

### 8.1 Information om position och hastighet

Kritiskt för effektiv operativ drift är att känna till fordonens positioner och hastigheter. Det finns idag ett stort behov att kontinuerligt få tillgång till denna information med hög precision och en möjlighet är att använda GPS-koordinater skickade via Mobisir. Det skulle ge bättre möjligheter att se vad som händer, samt att förutsäga kommande trafiksituationer. Det i sin tur ger möjlighet till bättre operativ planering för att undvika störningar och konflikter (t.ex. genom att anpassa farten på olika fordon för att undvika stopp och väntetider).

De åtgärder som tågtrafikledningen vidtar vid t.ex. en försening baseras på vilka konsekvenser man förmodar att åtgärderna får. Hög precision i positionsangivelserna är en av förutsättningarna för att man med hög säkerhet skall kunna bedöma konsekvenserna av olika beslut. Med osäker kunskap om positioner blir man ofta tvungen att lägga sig på säkra sidan. Det kan till exempel handla om att låta bli att ändra tågordningen för att inte riskera att en försening sprider sig. Med bättre kunskap om positioner kan man med mycket hög säkerhet anta att det inte finns risk för förseningsspridning.

I det existerande systemet får tågtrafikledningen information om vilka spårsegment som är belagda av vilka tåg, där ett tåg identifieras av tågnumret enligt tidtabellen. Denna positionsinformation får tågtrafikledningen via tåglednings-systemet (TLS) och eventuellt via tågföringssystemet (TFÖR). För positioner

på stationer kan denna information anses vara rätt så precis. På linjen är positionsangivelserna sällan precisa eftersom det ofta är fallet att en blocksträcka är ett enda, ibland flera mil långt, spårsegment.

I det existerande systemet upptäcks förseningar när tågen inte kommer i tid till vissa punkter, så länge tåget inte anlänt till en sådan punkt kan inte försening upptäckas. På en station det går inte att avgöra om ett tåg verkligen nått ända fram till plattformen. Ett tåg som av någon anledning skulle tvingas stå stilla i 30 minuter på ankomstspårsegmentet strax före plattformen kommer i dagens system inte att betraktas som försenat till denna ankomst.

## 8.2 Tågtrafikledningens styrning

Den viktigaste uppgift för trafikstyrningen är att reagera på störningar och att agera för att undvika att störningar uppstår. Genom noggrann information om fordonens positioner och hastigheter kan man göra prognoser för hur situationen kommer att utveckla sig, och därigenom hinna agera innan problem har uppstått.

För trafikstyrning kan man tänka ett stödverktyg som beräknar konsekvenserna olika beslut och presenterar resultatet på överskådligt sätt. Verktöget kan t.ex. presentera resultatet av ett visst beslut i en viss förseningssituation som beräknade förseningar hos tåg för vissa tidpunkter framåt i tiden. Med total kunskap om utgångspunkt och destination för allt resande och gods är en vision att räkna ut totala antalet resande och mängden gods som kommer att bli försenade med minst ett visst antal minuter till sin slutdestination. Detta skulle kunna användas som ett mått på hur bra ett visst beslut är. I detta sammanhang måste man också tänka på att ett beslut kanske inte är en tågledares beslut utan resultatet av beslut på flera olika tågledningscentraler.

För trafikstyrning kan man också tänka sig olika analyser som görs för att få både en övergripande uppfattning om trafiksituationen och situationen för enskilda fordon. Det är inte orimligt att antaga att styrningen av fordonen blir mer automatiserad, bland annat genom införande av det som motsvarar autopilot på flygplan. Kanske lokföraren endast kör tåget manuellt vid lägre hastigheter, i vissa områden och vid under ovanliga omständigheter. Med en sådan automatisk styrning av fordon kommer prediktionerna av fordonens beteenden att bli mycket säkrare. Precisionen i dessa prediktioner beror noggrannheten i använda data om längd och vikt hos tåg. Alltså är prediktionerna troligtvis osäkrare ju tidigare man befinner sig i tågplaneprocessen.

Säkrare prediktion av fordonens beteenden leder också bättre prediktion av konsekvenser av tågtrafikledningens beslut. Det möjliggör också att tidigt upptäcka avvikelser från det normala och att göra tågtrafikledningen uppmärksam på dessa. För avvikelседetektion kan man använda sig av en stor mängd insamlade empiriska data att jämföra den aktuella trafiksituationen med. Avvikelse-detektion kan gälla enskilda fordons positioner eller positionerna hos den samlade mängden fordon.

### 8.3 Stöd till lokförare

Ett medel att styra trafiken indirekt är rekommendationer till förarna om hur de skall framföra fordonen. Avsikten med detta kan vara att hålla nere farten hos ett fordon som annars kommer att få stanna för att vänta på andra fordon. Ett stödverktyg för förarna skulle med ledning av positioner och hastigheter hos fordon i närheten kunna hitta "gröna korridorer" i hastighet för att undvika onödiga stopp och väntetider.

### 8.4 Operatörernas planering och operativa drift av fordon

Även operatörerna har naturligtvis stor nytta av att veta mer exakt var deras fordon befinner sig. Det kan handla om att vid förseningar planera olika anslutningar eller vändningar, eller bestämma om man måste ställa in turer eller förlägga underhåll senare för att komma ikapp.

## 9 Informationstjänster

Ett tredje viktigt tillämpningsområde för TIME är olika informationstjänster som möjliggörs av den samlade statistiken som finns i systemet, och den aktuella helhetsbilden över situationen.

### 9.1 Information till transportkunder

Bättre positionsbestämning av fordon kan också användas för att förbättra informationen till resenärer. På samma sätt som för tågledningen är en precis bedömning av konsekvenserna av förseningar, det vill säga tågtrafikledningens beslut, väsentlig för att kunna ge bra information till resenärer vid förseningar. Givet en precis bedömning av dessa konsekvenser vore det möjligt att mycket tidigt ge resenärer tillförlitlig information om konsekvenserna för sin egen resa vare sig den är påbörjad eller inte.

En vision för information till resenärer är beslutstöd för transportmedel och resväg. För den aktuella trafiksituationen kan det vara ett dåligt val för en passagerare att åka den väg som enligt tidtabellen är den snabbaste till slutdestinationen. Man tänka sig att en aktör, som enbart ägnar sig åt att utveckla informationstjänster, säljer tjänsten att kontakta en resenär omedelbart när störningar, som kan ha betydelse för resenärens resa, i trafiken uppstår. Denna tjänst skulle kunna ge resenären olika handlingsalternativ, inkluderat alternativa transportmedel och kostnader. Tjänsten skulle kunna säljas antingen direkt till resenärer eller till trafikoperatören.

Ytterligare informationstjänster inkluderar information till passagerare på tåget om omstigningar, mer automatisk och precis information till plattformarna



angående förseningar och ändringar, och information till godskunder om var en viss godslast befinner sig.

## 9.2 Trafikantföljning

Vid förseningar eller andra störningar finns det ett behov av att veta hur många passagerare som ska vidare med olika anslutningar, så man kan bestämma om dessa anslutningar ska vänta eller inte. Idag finns inte den informationen samlad någonstans, utan tågvärdarna får försöka samla in den informationen vid behov. Åtminstone för de passagerare som köper platsbiljett i förväg skulle det kunna finnas en möjlighet att veta precis hur var och en ska resa, och på det sättet försöka se till att de kommer fram så smidigt som möjligt trots en störning.

## 9.3 Information till lokförare

En vanlig situation är att en lokförare får rött ljus och inte vet varför, och då ringer banverket och frågar. Redan när signalen ställs på rött borde information om vilket annat tåg som har företräde och hur lång tid det förväntas ta gå ut till de lokförare som kommer att få vänta. En annan möjlighet är att lokförarna har tillgång till Opera, och kan se kringliggande tåg på sin skärm, och då själva dra slutsatser om anledningen till stopp. Detta kan både avlasta banverket från ett antal triviala frågor, och minska frustrationen hos förarna.

## 9.4 Statistik

Tack vare att information går att nå på ett enhetligt sätt, kan man enkelt sammanställa statistik över olika intressanta aspekter. Det kan handla om trafikflöden, godsstatistik, eller kundunderlag. En annan möjlighet är att se om vissa bansträckor är mer utsatta för störningar än andra.

Att alla har möjlighet att relativt lätt läsa ut olika former av statistik innebär också att de olika aktörerna kan få en tydligare bild av varandras olika förutsättningar och även marginaler. Detta kan resultera i en mer knivskarp konkurrens, och skulle alltså speciellt för små operatörer kunna vara känsligt, varför man kanske inte utan vidare vill lämna ifrån sig indata till sådan statistik. Sådana funktioner bör alltså införas med viss försiktighet.

## 10 Andra tillämpningar

Det finns naturligtvis ytterligare tillämpningar som inte faller rent inom de tre grupperna ovan. TIME i sig är inte heller begränsad till en viss uppsättning tillämpningar, utan bör naturligtvis anpassas efter de behov som finns. Här tar vi upp några ytterligare tillämpningsexempel.

## 10.1 Tågplanearbetet

Med *tågplanearbetet* menas konstruktion av tidtabell och omlopp samt planering av arbetstider för åkande personal. För denna planering krävs bland annat information om banans framtida prestanda för den period tågplanearbetet avser. Tågplanearbetet innebär också en hel del samverkan mellan olika aktörer och en gemensam helhetssyn kan i detta sammanhang vara en viktig faktor för att få tillstånd lösningar som gynnar flertalet.

## 10.2 Övrig planering och schemaläggning

Det finns flera kringuppgifter som måste planeras och schemaläggas utöver den rena operativa driften. Ett exempel är personalplanering, speciellt av tågpersonal eftersom denna är kopplad till hur de olika fordonen rör sig.

## 10.3 Kapacitet

Stora investeringar i svensk järnvägsinfrastruktur är att vänta. För att göra dessa investeringar kostnadseffektiva är det av vikt att noggrant analysera möjligheter och begränsningar hos planerade spår- och signalsystem med avseende på den trafik investeringen avser och eventuellt med avseende på det förväntade transportbehovet längre fram i tiden.

Analyserna skall ge korrekta svar på relevanta frågor som kan användas för beslut om och vid järnvägsutbyggnad. För att investeringarna skall bli kostnadseffektiva måste dessutom den potentiella prestandan hos infrastrukturen utnyttjas genom att resultaten av dessa analyser görs tillgängliga för planering och styrning av trafiken.

För uppskattning av kapacitet behöver tider för rörelser och tider mellan rörelser uppskattas. Det gäller både rörelser på planerad och befintlig infrastruktur. Dessa tider kan beräknas från andra data, bl.a. data om bana, signalering och fordonsegenskaper.

## Del III

# Vägen till TIME

## 11 Inledning

### 11.1 Motiv

TIME avser att vara ett övergripande informationssystem för svensk järnväg. Vid realiseringen av ett sådant system vill man naturligtvis ta hänsyn till vilka de största behoven är av att få tillgång till information och vad de största effektivitetsvinsterna med ett sådant system är. Avsikten är i det följande att föreslå vad som möjliggör en realisering av TIME och vad som kan göras för att realisera TIME på ett sätt som tillför största möjliga värde till järnvägstransportbranschen.

### 11.2 Ett överblickbart TIME

Låt oss för ett ögonblick betrakta ett informationssystem ur perspektivet att det består de typer av information som kan användas i olika tillämpningar relaterade till järnvägen. Om man ser TIME ur detta perspektiv är TIME överblickbart. Tillämpningarna är otaliga likaså de olika sorterna av information. Att för varje tillämpning reda ut vilken information som kan vara användbar till just denna tillämpning är svårt. Tabell 1 ger exempel på några få tillämpningar, några få sorter av information och anger, med ett "x", om viss information kan tänkas vara användbar i ett stödsystem för en viss tillämpning. I de kommande avsnitten betraktas alternativa vägar att realisera TIME.

		Operativ data							Icke Operativ data					
		Fordonstillst. (BV)	Fordonspost. (BV)	Fordonstilld. (Op)	U.h.behov fordon(Op)	Banans tillst. (BV)	U.h.behov bana(BV)	Väder(SMHI)	Infrastrukturdata(BV)	Fordonsdata (Tågtillv.)	Tågplan(BV)	Banarbetsplan (BV)	Omlopp (Op)	Verkstadsplan (V)
Operativa tillämpningar	Trafikstyrning	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Fordonstilldelning	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
	Banunderhåll	x	x			x	x	x	x	x	x	x		
	Fordonsunderhåll	x	x	x	x	x			x	x	x		x	x
	Lokförarinfo.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Resandeinfo.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Godskundsinfo.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Icke operativa tillämpningar	Tåglägestilldelning					x			x	x	x	x	x	x
	Fordonsomlopp	x		x	x				x	x	x	x	x	x
	Banarbetsplanering					x	x		x	x	x	x	x	x
	Verkstadsplanering	x		x	x					x	x	x	x	
	Pers.plan. tåg			x					x		x	x		
	Pers.plan. banarb.						x		x		x	x	x	
	Pers.plan. verkstad			x	x				x	x	x	x	x	x
	Projektering bana								x	x				
	Fordonsdesign								x	x				
	Haveriutredning	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Tabell 1: Förslag på användbara data för olika tillämpningar

## 12 Fyra centrala delmål i vägen till TIME

I det följande kommer vi att betrakta ett förslag på en väg till TIME. Följande fyra delar eller delmål är centrala i detta förslag:

**Rangordning av information** Identifiera och rangordna central information och låt denna rangordning styra utvecklingen av TIME

**Incitament** Erbjud tillgång till önskad information och attraktiva tjänster som motprestation till samverkan

**Samverkan** Bestäm hur aktörer samverkar och hur data hanteras

**Genomförande** Inför TIME i små steg, som vart och ett ger omedelbar nytta

Vi betraktar var och en av dessa närmare i det som följer.

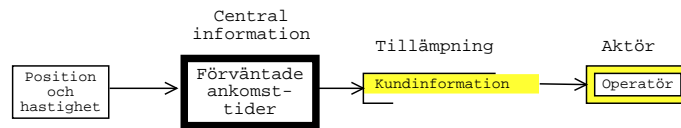
### 12.1 Inledning

Ett övergripande informationssystem för järnväg kommer naturligtvis att omfatta en stor mängd information och ett stort antal tillämpningar och det kan därför vara svårt att skaffa sig en uppfattning om vilka de största behoven och största effektivitetsvinsterna är vid realiseringen av detta system. Systemet behöver heller aldrig ses som färdigutvecklat utan istället som något som ständigt utvecklas, där användarna av systemet är en av de krafter som driver utvecklingen framåt och där kanske den aktuella användningen av systemet är dess främsta meningen.

Av dessa skäl är det viktigt att finna en bra struktur åt TIME. Några av önskemålen med en sådan struktur är att:

- åstadkomma ett enkelt sätt att förklara hur ett steg i utvecklingen hänger samman med andra steg
- i varje steg i utvecklingen ge bästa möjliga stöd till det detta steg syftar till
- i varje steg i utvecklingen motverka att systemet utvecklas till ett hinder till förbättringar som ej är i fokus i detta steg

Även om det är svårt och kanske olämpligt att begränsa TIME till en viss mängd information eller vissa tillämpningar kan man ändå göra observationen att vissa typer av information är eller skulle vara till stor användning i många olika tillämpningar. På denna observation baserar vi en idé om hur realiseringen av TIME skulle kunna gå till. Detta innebär att vi, som en del i vägen till TIME,



Figur 3: Exempel

identifierar och värderar olika sorter av central information och motiverar stegen i utvecklingen genom att relatera dem till dessa sorter av central information.

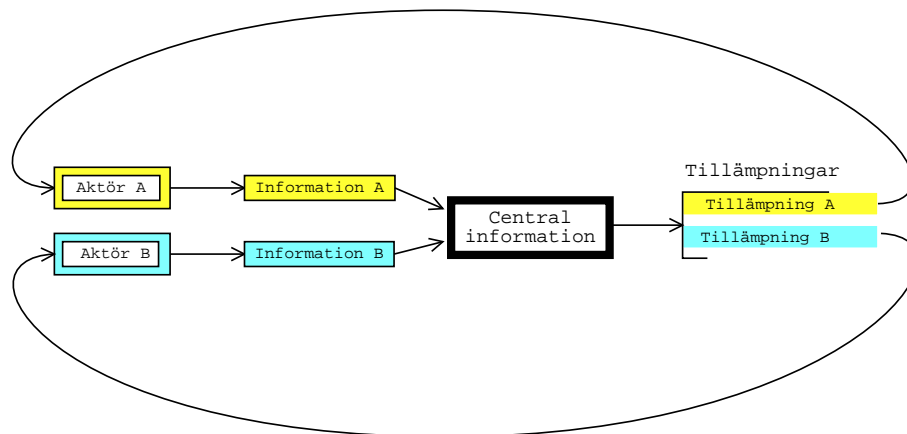
Låt oss betrakta ett exempel. Exemplet illustreras av figur En del i utvecklingen av TIME kan vara att göra viss existerande information allmänt tillgänglig, tag som exempel det vi idag kan få reda på gällande position och hastighet hos tåg. Är detta en viktig del i utveckling av TIME? Position och hastighet hos tåg är kritisk information för att kunna uppskatta tågens förväntade ankomsttider. Antag att vi har identifierat *tågens förväntade ankomsttider* som en sort av central information. Denna information är användbar i en rad tillämpningar, bland annat tillämpningar som rör information till kunder. Antag att det finns operatörer som har visat ett stort intresse för just denna tillämpning. Dessa saker kan användas för att värdera nyttan av det betraktade utvecklingssteget av TIME. Notera några av komponenterna i denna värdering:

- ett visst utvecklingssteg i TIME: att göra information om position och hastighet hos tåg allmänt tillgänglig
- en viss sort av central information: tågens förväntade ankomsttider
- en tillämpning: kundinformation
- ett behov: en aktör som vill informera sina kunder

## 12.2 Rangordning av information

I föregående avsnitt angavs att struktur år TIME gavs av att identifiera och värdera olika sorter av central information. I själva verket kanske vi vill rangordna olika sorter av central information och låta detta styra utvecklingen av TIME. Denna rangordning kan åstadkommas genom att:

- betrakta viktiga tillämpningar hos olika aktörer m.a.p. vilken information som behövs för dessa tillämpningar
- för existerande information och informationssystem - bestämma relevans och tillgänglighet
- för behövlig information som inte är tillgänglig - värdera möjligheter att erhålla denna information
- studera möjliga tekniska lösningar för hur informationen kan förmedlas



Figur 4: Incitament för aktörer att delta i TIME

### 12.3 Incitament

Ett starkt incitament för olika aktörer att delta i TIME kommer definitivt att driva på realiseringen av ett sådant övergripande informationssystem för svensk järnväg. Det huvudsakliga incitamentet, för deltagande i TIME, är det stöd som kan erbjudas till olika tillämpningar. Figur 4 avser att demonstrera vad som kan vara ett incitament för två aktörer att samarbeta med hantering av information. För att skapa pålitlig och precis *Central information* kan information A och information B användas. Båda aktörernas medverkan krävs för att möjliggöra detta, ty aktör A äger information A och aktör B äger information B. Den Centrala informationen är å andra sidan värdefull för båda aktörerna eftersom den omedelbart kan användas i förbättringar av tillämpningarna A och B, något som aktör A respektive aktör B har stort intresse av.

### 12.4 Samverkan

Vi har här valt *Samverkan* som rubrik på frågor kring byggandet av TIME-infrastrukturen och hanteringen av data i TIME.

Man skall allmänt inte överdriva den effekt innovationer inom kommunikationsteknologin har på hur människor och grupperingar samverkar. Betrakta som ett exempel på sådan överdriven entusiasm följande hyllning till den första transatlantiska telegrafiförbindelsen 1858:

“It is impossible that old prejudices and hostilities should longer exist, while such an instrument has been created for the exchange of thought between all the nations of the earth ” (The Economist, 2000-08-19)

Även om det finns goda möjligheter att lösa tekniska problem för att möjliggöra TIME och de potentiella förbättringar TIME innebär kan TIME inte skapas utan samverkan mellan järnvägsbranschens aktörer och för denna samverkan krävs en realistisk och fungerande ordning som tar hänsyn till individuella aktörers krav och behov. Det följande är enbart uppräknings vad som behöver tas hänsyn till eller tas beslut om.

Några aspekter på datahantering är:

- säkerhet och öppenhet
- ägande av information
- ansvar för datalagring
- ansvar för sammanställning och förädling av information
- skapande av information på begäran eller kontinuerligt

Sista punkten behöver kanske förtydligas. Den gäller hur skapandet av information sker i det utbyggda systemet. Med ett *kontinuerligt* skapande av information menas att information skapas helt oberoende av när eller om denna kommer att användas och att informationen lagras för att vara tillgängligt om någon behöver den. Detta är oberoende av om det är människor eller maskiner som skapar informationen. Kontinuerligt skapande av information skall gälla som motsats till skapande av information på begäran, alltså att information skapas när den behövs.

Första punkten "säkerhet och öppenhet" kan i sin tur delas upp i följande delar:

- tillförlitlighet
- tillgänglighet
- integritet - gäller bevarande av data under sändning
- autenticitet - gäller identitet hos avsändare och mottagare
- förtrolighet - gäller icke-åtkomst för obehöriga
- fördröjning



## 12.5 Genomförande

De tre delmålen beskrivna ovan klargör vad som skall göras och varför. Om dessa tre mål nåtts för någon mer eller mindre begränsad del av tillämpningarna och informationen i järnvägstransportsystemet har vi förhoppningsvis kommit till slutsatsen om viss en välbehövlig och väldefinierad informationsplattform. Det fjärde och återstående målet "genomförande" gäller hur man går till väga för att undvika hinder som står i vägen för införandet av denna informationsplattform. Det gäller alltså i vilken ordning saker skall göras. Framförallt gäller det att finna ett sätt att successivt bygga informationssystemet så att största möjliga nytta erhålles på både kort och lång sikt.

Förmodligen är införande av TIME i små steg, som vart och ett ger omedelbar nytta en bra strategi för att övervinna det motstånd som det innebär att olika aktörer börjar samarbeta kring TIME. Ett sådant litet steg kan vara att göra viss existerande information allmänt tillgänglig. På detta ges exempel i nästa avsnitt.

Små steg i införandet av TIME som innebär en stor mängd användare av tillgänglig information är också något som kan bidra till att utvecklingstakten ökar. TIME kan börja leva ett eget liv där genom att det blir uppenbart att olika information är långt mer eftertraktad än man räknat med och börja användas till saker man inte räknat med. T.ex. kan kunder börja framföra krav på önskade informationstjänster och oberoende aktörer utveckla nya tjänster på den befintliga informationen.

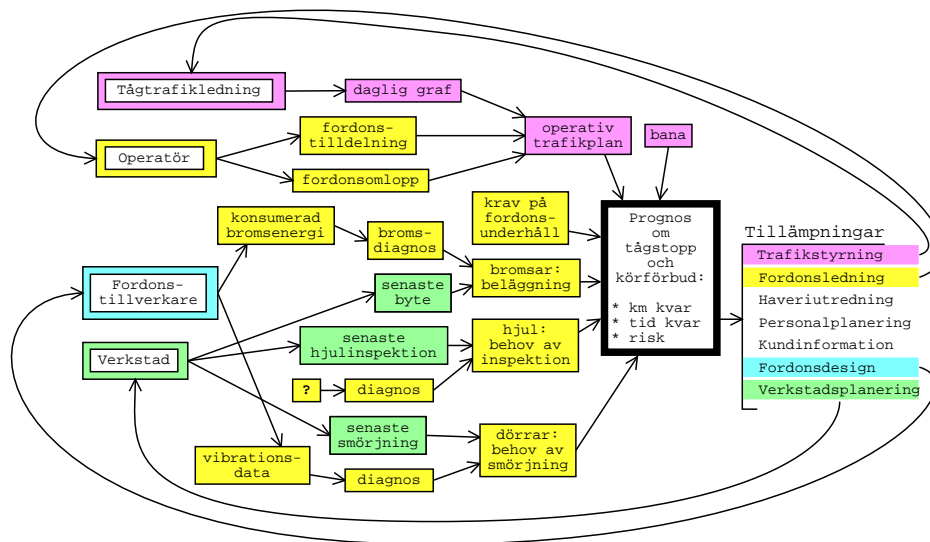
## 12.6 Opera i telefonen

Ett litet steg mot TIME kan vara att lägga ut geografisk information från Banverkets system Opera som WAP-tjänst så att t.ex. lokförare kan få en bild av var olika tåg befinner sig i sin telefon. De kan använda detta för att anpassa fordonets hastighet till trafiksituationen och informera passagerare. Även som passagerare skulle Opera i telefonen vara användbar. Om man, när man är sent ute till pendeltåget, kan kolla var tåget befinner sig och hur försenat det är, då kan man också räkna ut om det dags att börja springa.

## 13 Fyra exempel på central information

Vissa data är nödvändiga för många olika tillämpningar. Tågpositioner är väsentliga för allt som är relaterat till operativ drift och underhåll. Informationen om banan är väsentlig för drift, underhåll, planering av trafik och byggande av järnväg.

Ett väsentligt första steg i vägen till TIME gäller utbyggnad av de system som håller den viktigaste informationen idag. Utbyggnaden skall syfta till tillgänglighet till information, användarvänlighet och enkla stödfunktioner. Vi kommer i



Figur 5: Informationskarta centrerad kring förväntade återstående drifttid

det som närmast följer att betrakta vägen till TIME för fyra exempel på central information:

- Fordons förväntade återstående drifttid innan service
- Position och hastighet hos fordon
- Tid för genomförande av en rörelseföljd
- Förväntad ankomsttid hos tåg

## 14 Förväntad återstående drifttid innan service

I detta avsnitt betraktar vi, som ett exempel på central information, ett fordons förväntade återstående drifttid innan service. Beskrivningen skall endast ses som exempel och förslag på hur man kan gå tillväga för att strukturera utvecklingen av delar i TIME. Det behöver alltså inte vara på precis detta sätt man skall göra för att i TIME specificera prognos om förväntade återstående drifttid.

Betraktelsen illustreras av *informationskartan* i figur 5. I denna karta finns den centrala informationen i rektangeln med den tjocka ramen. Namnet på den centrala informationen är *Prognos om tågstopp och körförbud*. Detta skall tolkas som en precisering av den förväntade återstående drifttid innan service; enligt denna precisering är den återstående drifttiden tiden till att tåget antingen får

stopp eller att det beläggs med körförbud. I denna rektangel finner vi också de tre punkterna: km kvar, tid kvar och risk. Detta avser tre olika sätt att mäta den återstående drifttiden.

Avsikten med kartan är mångfaldig, bland annat kan den användas som en grund för:

- värdering av hur central informationen är
- utredning av möjligheter och svårigheter att göra den centrala informationen tillgänglig, precis och tillförlitlig
- bestämning av väsentliga indata
- utveckling av vägar till realiseringar av TIME med denna centrala information som grund

Till vänster i informationskartan ser vi aktörer och till höger tillämpningar. Alla övriga rektanglar skall tolkas som olika sorter av information. Endast några få exempel på användbar information finns med i kartan.

Färgerna på informationsrektanglarna anger vem som äger informationen. Vissa av informationsrektanglarna är vita som indikering av att det inte är bestämt vem som äger informationen. Det behöver inte vara fallet att någon av de nuvarande aktörerna i järnvägsbranschen äger viss information. Den skulle kunna ägas av en ny aktör som utvecklar delar av TIME, med bland annat algoritmer för beräkningar och informationstjänster.

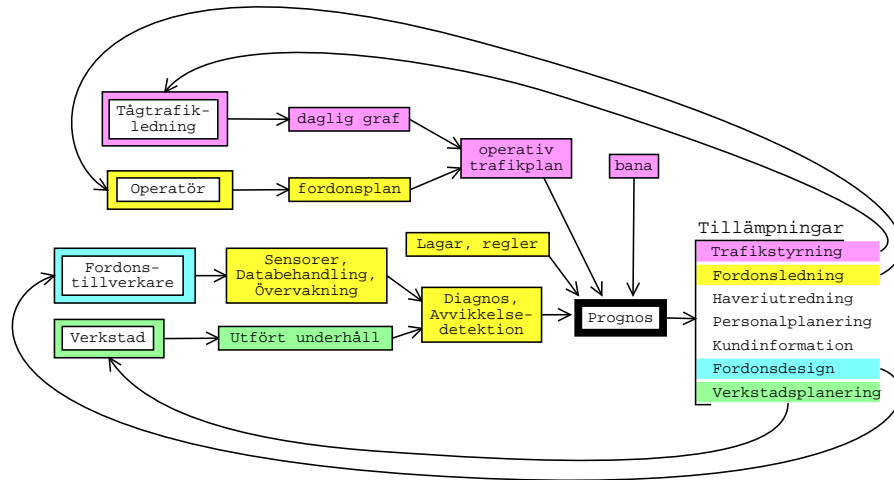
En pil från en aktör till en informationsruta betecknar att aktören är ansvarig för att det går att tillhandahålla informationen. En pil från en informationsruta till en annan betecknar att informationen i den första rutan är användbar vid bestämning av informationen i den andra rutan.

Att samma aktörer som behöver medverka till att skapa den centrala informationen också har nytta av denna information i olika tillämpningar visar att det finns ett incitament för aktörer att delta. Detta stärker då möjligheten att utveckla denna del av TIME och kan göra att den centrala informationen får högre rang.

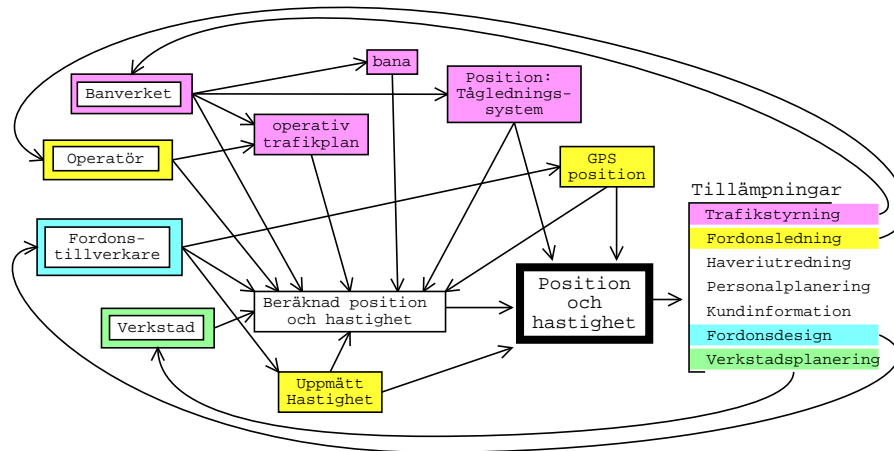
Figur 6 visar en generalisering av informationskartan i figur 5. Generaliseringen gäller en allmän prognos baserad på fordonstillstånd.

## 15 Position och hastighet hos fordon

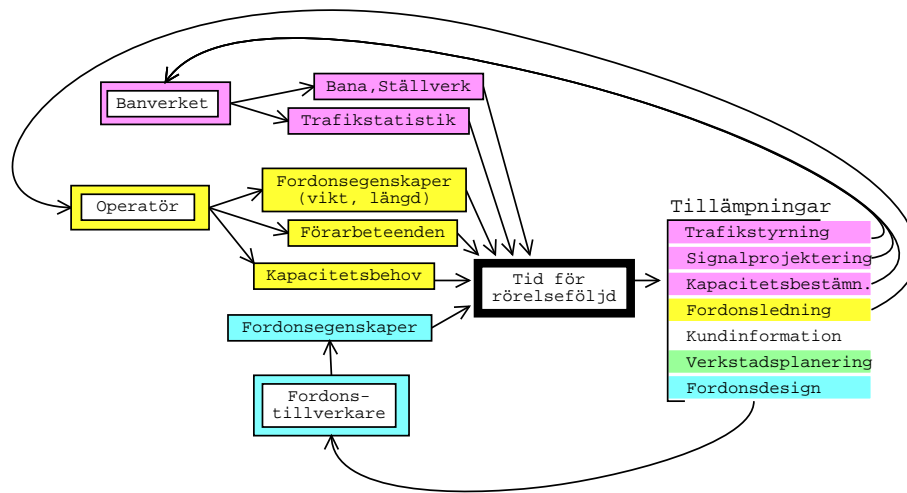
Figur 7 visar en informationskarta med position och hastighet hos fordon som central information. Positionen hos fordonen är kanske den viktigaste informationen vid den operativa driften.



Figur 6: Allmän informationskarta centrerad kring prognos baserad på fordons-tillstånd



Figur 7: Informationskarta centrerad kring position och hastighet hos fordon



Figur 8: Informationskarta centrerad kring tid för genomförande av en rörelseföljd

## 16 Tid för genomförande av en rörelseföljd

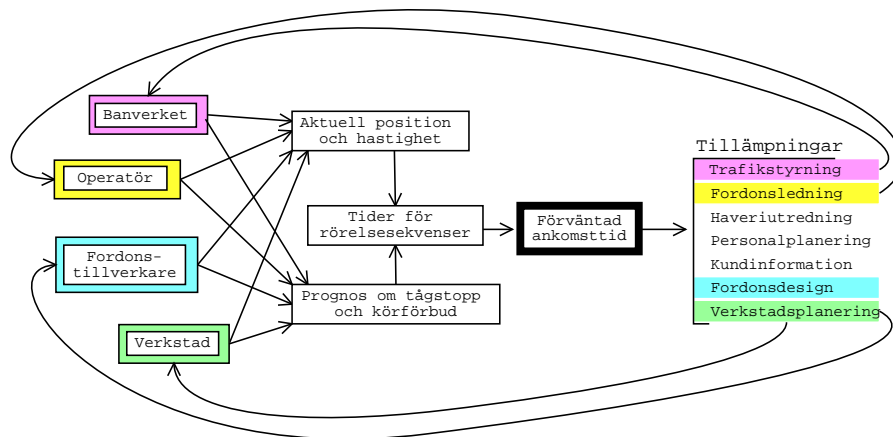
För många tillämpningar är en bra uppskattning av tiden för genomförande av en följd av rörelser till stor nytta. Exempel på tillämpning är tågplanearbetet, i vilket vi inkluderar tåglägestilldelning och resursallokering gällande lok (lokomlopp), vagnar (fordonsomlopp) och personal (turkombinationsförteckningar). En annan tillämpning är vid byggande av järnväg, t.ex vid analys av kapacitet vid järnvägsutredning och projektering. Figur 8 visar en informationskarta med tiden för genomförande av en följd av rörelser som central information.

Exempel på data som behövs för att beräkna tiden för för genomförande av en följd av rörelser är:

- bandata (inklusive t.ex. reaktionstider för växelomläggningar)
- fordonsegenskaper hos typer av fordon
- förarbeteenden baserade på statistik på förarkategorier
- statistik på fordonsrörelser

I det operativa läget behövs också information om systemets aktuella status, t.ex:

- banans tillstånd (inklusive t.ex. nedsatt hastighet p.g.a banarbete)
- fordonens position, hastighet och tillstånd (t.ex vikt och underhållsbehov som påverkar accelerationsegenskaper)



Figur 9: Informationskarta centrerad kring förväntad ankomsttid hos tåg

## 17 Förväntad ankomsttid hos tåg

Som ett sista exempel på central information betraktas förväntad ankomsttid hos tåg och figur 9 visar en informationskarta med denna information som central.

Förväntad ankomsttid är viktig bland annat för information till resenärer.

## 18 Befintliga System och andra förutsättningar

### 18.1 Banverkets Informationsplattformar

Av alla de system som finns att bygga vidare på intar Banverkets olika informationssystem en särställning. Banverket äger ett stort antal system avsedda för många olika tillämpningar. Systemen är ofta produkten av ambitionen att tänka långsiktigt och det finns planer på integrering av olika system. En naturlig utveckling av TIME är att bygga vidare på dessa system. Några av dessa system bör särskilt omnämnas:

**MobiSIR** GSM-R är ett europeiskt radiokommunikationssystem för järnväg och MobiSIR är implementeringen av GSM-R i det svenska järnvägsnätet. MobiSIR är fullt utbyggt på den svenska järnvägens huvudlinjer. Vid implementeringen av det nya trafikstyrningssystemet ERTMS kommer MobiSIR att användas för den ena delen, den del som inkluderar radiokommunikation mellan ställverk och fordon. Den andra delen är ETCS, som inkluderar information till fordon via fast kodade baliser.

**Opera** Opera hanterar aktuell information om tågens position och sammansättning och används som stöd vid operativ drift. Information om tågens positioner kommer från informationssystemet TTraf. Operatörerna bidrar med information om tågens sammansättning. Detta sker på olika sätt: via webgränssnitt, XML dokument, fax och e-post. Om informationen lämnas via fax eller e-post krävs manuell registrering i Opera. Opera förknippas av många användare med sitt geografiska gränssnitt med kartor över spårnätet. Dessa kartor är dels en karta över större områden där stationerna är punkter och dels schematiska kartor över stationsområden som bland annat kan visa parallella spår, växlar och signaler. Opera ritar ut tåg på kartorna med en färgkod som anger på hur tåg ligger i förhållande tidtabellen.

**BIS** BIS (BanInformationsSystemet) är ett system för att lagra och hämta information om banrelaterade anläggningar och händelser. BIS är ett anläggningsregister som innehåller hela Banverkets anläggningsstruktur från räls och ballast till signaler och kontaktledning, dvs alla anläggningar med ett fast läge längs banan. BIS är öppet för samtliga anställda vid Banverket.

## 18.2 Informationssystem på fordon från Bombardier Transportation

På fordon som tillverkats av Bombardier Transportation finns system bestämning och rapportering av en stor mängd olika händelser på fordonet. Händelserna är uppdelade i ett antal klasser där *allvarliga fel* är en klass. När ett allvarligt fel dyker upp presenteras detta på en display i förarhytten, så att föraren kan vidta åtgärder. På vissa bestämda platser kan informationen på fordonen kommuniceras till andra system. Detta informationssystem är något det går att bygga vidare på för en rad olika tillämpningar bland annat tillstånds-baserat underhåll av fordon och undersökning av banans status.

## 19 Vägen till tillstånds-baserat underhåll

Är det en stor omställning att införa tillstånds-baserat underhåll? Det beror naturligtvis på hur man väljer att utföra det tillstånds-baserat underhållet. I detta avsnitt är avsikten att analysera svårigheter och möjligheter med övergången till tillstånds-baserat underhåll.

**M-underhåll (det slutliga tillstånds-baserade underhållet)** Låt oss betrakta det slutliga tillstånds-baserade underhållet, målbilden för allt underhåll och låt oss kalla det *M-underhåll* (Målbildens underhåll) bara för att använda nytt begrepp. M-underhållet tar hänsyn till funktion och uppbyggnad hos den tekniska utrustning som används för driften av ett system och ser underhållet

av denna utrustning som en integrerad del av den operativa driften. Underhållet baseras på ett framtidsscenario för *återstående livstider*. Skapandet av detta framtidsscenario baseras på data från kontinuerlig övervakning under drift. Den framtida driften är del av framtidsscenariot. I det integrerade underhålls- och driftsystemet ingår bland annat: sensorer, signalbehandling, tillståndsovervakning, diagnos, prognostisering, beslutstöd, planering, schemaläggning och operativ drift.

Låt oss betrakta ett exempel av vad vi menar med framtidsscenario. Antag att bromsskivor skall underhållas och att bromsverkan kraftigt försämrats vid total nedslitning av bromsskivans ytskikt. Något som påverkar beslutet av om byte av bromsskiva skall ske eller inte är sannolikheten att bromsskivan är nedsliten till nästa gång vi planerar utföra underhåll och ha möjlighet att byta bromsskiva. Det är alltså inte direkt ytskiktet tjocklek, den återstående tiden eller återstående körsträckan som är avgörande för underhållsbeslutet utan den planerade förslitningen fram till nästa tillfälle att utföra underhåll. Detta nästa tillfälle att utföra underhåll är ett resultat av den integrerade drift- och underhållsplaneringen och beror naturligtvis på underhållsbeslutet, där planeringen avser att maximera den sammantagna prestandan i drift och underhåll.

**Operativt förebyggande underhåll** Låt oss med *A-underhåll* (akut underhåll) mena underhåll utförs som reaktion på haverier och upptäckta fel som omedelbart måste åtgärdas. Ett annat ord på A-underhåll som associerar till den operativa naturen hos A-underhållet skulle kunna vara korrigerande underhåll. Låt oss med *TF-underhåll* (tidsbaserat förebyggande underhåll) mena underhåll utförs i förebyggande syfte i förväg fixerade tidsintervall. Det underhåll som utförs på järnvägsfordon idag kan i stort sett ses som blandat A-underhåll och TF-underhåll.

En stor del av underhållet baseras på körd sträcka hos fordonen. Kravet är att ett visst underhåll måste utföras senast innan viss sträcka sedan senaste underhåll. I praktiken kan den förväntade körda sträckan användas för planeringen av underhåll. Den förväntade körda sträckan kan bestämmas långt i förväg från fordonstilldelningen och alltså kan detta underhåll fixeras i tiden. Underhållet kan alltså betraktas som ett TF-underhåll. Det är i och för sig inte säkert att fordonstilldelningen ligger fast och därför är det inte ett rent TF-underhåll.

Med tillgång till t.ex. antal dörröppningar, kompressorgångtid och andra data på fordonen skulle dessa kunna användas för att ställa krav på underhållsintervall. Vi får då ett mer örent TF-underhåll, ett underhåll mer som kräver mer operativ hantering. Vi kallar detta *OF-underhåll* (Operativt förebyggande underhåll). Detta är det första viktiga steget på väg mot M-underhåll. Gränsen mellan OF-underhåll och TF-underhåll är inte skarp. Underhåll som baseras på körd sträcka är som vi sett egentligen ett OF-underhåll men i praktiken ett TF-underhåll, eftersom det med stor säkerhet kan fixeras i tiden. Andra parametrar som ligger till grund för underhåll kan ha starkare eller svagare dynamisk natur och därför



resultera i underhåll som är mer eller mindre lika TF-underhåll. Ju mer lika TF-liket OF-underhållet är ju mindre skillnad blir det för planeringen och utförandet av underhåll att övergå till OF-underhåll.

Eftersom det idag finns en hel del A-underhåll sker redan en hel del operativ planering i underhållet och därför behöver inte liten ökning av OF-underhåll innebära någon skillnad för planeringen och utförandet av underhåll. förlängningen innebär en allt större del OF-underhåll att den operativa driften och underhållet integreras. Hur detta görs och för vilka komponenter detta görs bestäms helt av vinsten med att göra på det ena eller andra sättet. För vissa komponenter är förmodligen A-underhåll bäst och för några andra är det kanske TF-underhåll, men för en hel del komponenter bör OF-underhåll vara lämpligast.

Ett steg i riktning mot integrering av underhåll och operativ drift är att i stor utsträckning fixera underhållsintervallen i tiden för fordonens verkstadsbesök, men operativt planera vilken service som skall ske på varje fordon vid besök i verkstaden. Man har då tagit ett steg mot större grad av operativ planering i underhållet utan att detta påverkar drift och planering (utnyttjandet av fordons och personal resurser för den planerade trafiken).

**tillståndsdata** När det gäller de data som ligger till grund för underhållskrav och underhållsbeslut kan en uppdelning i ett flertal steg urskiljas. Det första steget kan vara att övergå till manuella inspektioner i verkstaden istället för att delar regelmässigt byts ut efter viss tid. Nästa steg kan vara att utnyttja tillgängliga data på fordonen för underhållskrav och underhållsbeslut. Dessa erhålles genom avläsningar vid de manuella inspektionerna i verkstaden.

Steget därefter är att data hos fordonen inspekteras med vissa intervall, utan att fordonen tas ur drift. Det vill säga, data skickas regelbundet till verkstaden där de kan inspekteras på distans. En naturlig utveckling av detta steg är en allt mer avancerad analys av data som inkluderar signalbehandling, avvikelседetektion, diagnos, prognostisering och presentation. En parallell utveckling är allt mer avancerade system- och hållbarhetsanalyser som resulterar i de samband mellan data och livslängd som är förutsättningen för bland annat diagnostisering och underhållskrav. Ytterligare en parallell utvecklingen är att databehandlingen och spridningen av resultaten sker alltmer i realtid så att vi till slut når en kontinuerlig övervakning av fordonen.

**framtidsscenario** Nästa stora steget på vägen mot M-underhållet är skapandet av framtidsscenario, där detta framtidsscenario används för att avgöra vilket underhåll som skall utföras.

## 20 Slutsats

Det finns ett stort behov av ett övergripande informationssystem för järnväg av det slag som beskrivs i denna rapport och som i rapporten kallas TIME. Författarna till rapporten ser inte att det finns några stora hinder för att utveckla ett sådant informationssystem. Det finns tvärtom stora möjligheter att införa TIME genom att bygga vidare på de system som redan finns i dag och de system som förfullt håller på att utvecklas av enskilda aktörer i järnvägstransportbranschen. Ytterligare något som gynnar en framgångsrik och snabb utveckling av ett sådant informationssystem är att det går att införa TIME med små steg som direkt ger nytta.